

محیط رسوبی پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر با استفاده از عناصر ساختاری (Architectural Elements) و سطوح محدود کننده (Bounding Surface)

بیژن یوسفی‌یگانه^{۱*}، سید محمدرضا امامی میبیدی^۲ و مصطفی صداقت‌نیا^۳ و^۴

۱ و ۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشجوی دکترا رسوب‌شناسی و سنگ‌رسوبی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

۴- کارشناس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

نویسنده مسئول: Bizhan.yeganeh@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۳۰

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

هدف از این پژوهش تعیین محیط رسوبی پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر با استفاده از عناصر ساختاری و سطوح محدود کننده می‌باشد. در راستای این هدف ۴ برش شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفتند. برش‌ها در فواصل بین ۶۰ تا ۸۰ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد به سمت پلدختر واقع شده‌اند. مطالعات صورت گرفته بر روی این برش‌ها منجر به شناسایی ۱۰ رخساره سنگی، شامل ۴ رخساره سنگی گراولی (Gm, Gms, Gp, Gt)، ۴ رخساره سنگی ماسه‌ای (Sm, Sp, St, Sh) و ۲ رخساره سنگی گلی (Fsm, Fm)، ۱۳ عنصر ساختاری که شامل (GB, HS, C/S, LHF, LCS, CVs, DIs, TCS, OF, CH, SB, SHF, LIS) و ۶ سطح محدود کننده رتبه ۱ تا ۶ گردید. با توجه به رخساره‌های سنگی، سطوح محدود کننده و عناصر ساختاری زیر محیط‌های کانال (Channel)، سدهای کانالی (Channel Bars)، پوینت بار (Point Bar)، بریدگی‌های پهن (Crevasse splay)، خاکریزهای طبیعی (Levee) و زیرمحیط دشت سیلابی (Flood plain) برای پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر تعیین شدند. در پادگانه‌های آبرفتی مورد مطالعه عناصر ساختاری CH, GB, C/S, LHF, SHF به فراوانی مشاهده شدند که این موضوع دلالت بر محیط رودخانه‌ای با پیچش کم برای پادگانه‌های آبرفتی مورد مطالعه دارد که به طور متناوب در بازه‌های زمانی مورد هجوم سیلاب‌های قوی و مخرب قرار می‌گرفته و بر هم‌نشینی کانال‌های سیلابی دلالت بر دوره‌ای بودن آن‌ها می‌کند.

واژگان کلیدی: پادگانه آبرفتی، عناصر ساختاری، رخساره سنگی، محیط رسوبی، خرم‌آباد

۱- پیشگفتار

را به یک دوره فرسایش مربوط می‌دانند. همیشه دوره‌های فرسایش با مرحله حفر یا کاوش آغاز شده و پس از انتقال آبرفت‌ها به مرحله تراکم ختم می‌شود. عوامل متعددی وجود دارند که سبب تجدید و تکرار دوره‌های فرسایش می‌شوند. به عبارت دیگر پس از پایان دوره‌ی فرسایش با دخالت حداقل یکی از این عوامل، دوره‌ی بعدی آغاز می‌شود. پادگانه‌های آبرفتی از تکرار این دوره‌های فرسایش به وجود می‌آیند (احمدی، ۱۳۸۸). نقش مهم رودخانه‌ها در ایجاد فرسایش، تولید، انتقال و بر جا نهادن رسوب و تغییر در ریخت‌شناسی زمین سبب شده است که از دیرباز مورد توجه پژوهشگران قرار گیرند. این موضوع منجر به مطالعات گسترده‌ای توسط پژوهشگران مختلف در مورد رودخانه‌ها از جنبه‌های مختلف مانند راه‌سازی، احداث پل،

پادگانه‌های آبرفتی یکی از مهم‌ترین رسوبات برجای گذاشته از عهد کواترنری هستند که با مطالعه این رسوبات می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد وقایع دوره‌ی کواترنری و نحوه تشکیل آن‌ها به دست آورد. آن‌ها در واقع سطوحی هستند که به موازات محور دره رودخانه و در سطح بالاتر از بستر کنونی رودخانه در نتیجه تغییر سطح اساس رودخانه‌ها تشکیل می‌شوند. عموماً جنبش گسل‌های فعال، بالآمدگی کوه‌ها و فرونشینی گودی‌ها (رانده شدن کوه‌ها در روی دشت‌ها) باعث می‌شود سطح اساس رودخانه‌ها سریعاً تغییر کند. پادگانه‌های آبرفتی یکی از اشکال مشخص فرسایش آب‌های روان در حاشیه رودخانه‌هاست. در مطالعات پیکرشناسی زمین، مراحل حمل و رسوب‌گذاری

(۱۳۸۲) اشاره کرد، آن‌ها در بررسی رسوب‌شناسی و نرخ ریزشوندگی به طرف پایین دست حوضه آبریز بند گلستان (جنوب باختر مشهد) به این نتیجه رسیدند که، کاهش سریع شیب بستر و نیز حمل و نقل انتخابی دانه‌ها وابسته به شرایط هیدرولیکی بوده و به وسیله هیدرولوژی و شیب حوضه آبریز کنترل می‌گردد. خدای و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی رخساره‌های سنگی و مدل رسوبی رودخانه لاتشور، جنوب خاور تهران به این نتیجه رسیدند که در طول کانال اصلی این حوضه نشان می‌دهد که سه عامل اصلی شامل تغییرات ناگهانی شیب بستر ناشی از تغییرات سنگ‌شناسی، ورود سرشاخه‌های فرعی و رخداد سیلاب‌های مکرر باعث تغییرات در بافت رسوبات کف کانال و بر هم زدن پیوستگی طولی پارامترهای مختلف اندازه ذرات شده است. همچنین در بررسی رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری شناسایی شده در کانال اصلی رودخانه لاتشور، مدل‌های رسوبی این رودخانه تفسیر و ارزیابی گردید که از بالادست به سمت پایین دست حوضه، شامل رودخانه بریده بریده با بار گراولی و کم ژرفا، رودخانه بریده بریده با بار گراولی، رودخانه مئاندری با بار گراولی، رودخانه مئاندری با بار ماسه‌ای و رودخانه مئاندری با بار ریزدانه می‌باشد. از آنجا که پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر تاکنون از دیدگاه رسوب‌شناسی مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته‌اند، لذا هدف از این مطالعه، شناسایی زیرمحیط‌ها و محیط رسوبی این پادگانه‌ها بر اساس تجزیه و تحلیل عناصر ساختاری و سطوح محدود کننده می‌باشد.

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد

مطالعه

منطقه بررسی شده در زون زاگرس چین‌خورده قرار دارد و طبق تقسیم‌بندی فالکن (۱۹۶۱) بخشی از حوضه‌ی رسوبی لرستان می‌باشد. این منطقه در قسمت ابتدایی زون چین‌خورده زاگرس قرار گرفته و توسط گسل زاگرس مرتفع از زاگرس مرتفع جدا می‌شود. این ناحیه از لحاظ زمین‌ساختی بخشی از لبه آرام قاره‌ای بوده و از لحاظ ساختاری دارای چین‌های موازی و راندگی‌های هم‌شیب با فرورانش با زاویه شیب کم می‌باشد. در نتیجه تغییرشکل‌ها در حد جابه‌جایی لایه‌ها در حاشیه گسل‌ها و چین‌خوردگی در حد مقیاس مزوسکوپی و بزرگ‌تر می‌باشد (مطیعی،

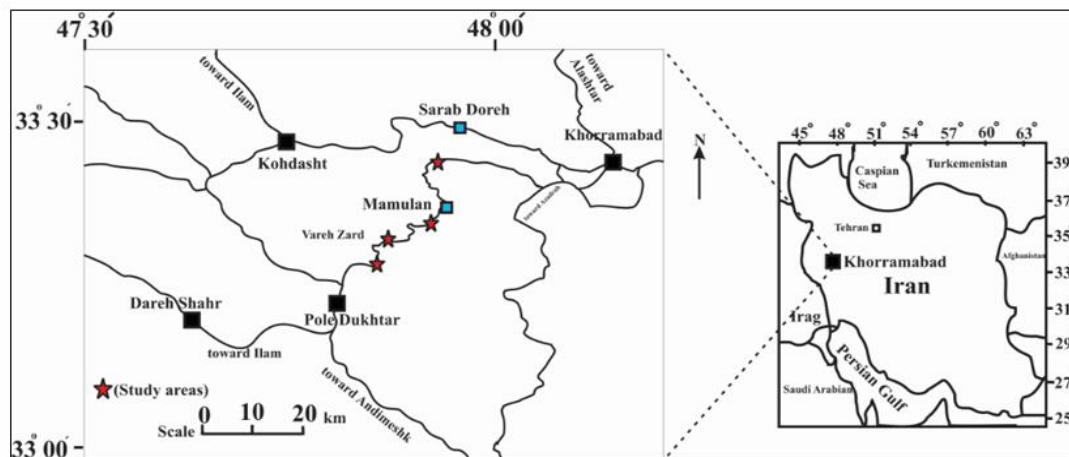
آب‌های سطحی و زیرسطحی، مهندسی رودخانه، تکتونیک، رسوب‌شناسی، محیط رسوبی، ریخت‌شناسی، زیست‌محیطی و ذخایر هیدروکربنی شده است. به طور مثال: (مکلارن، ۱۹۸۱؛ سان و همکاران، ۱۹۹۶؛ رایس، ۱۹۹۹؛ هوئی و بلاک، ۱۹۹۹؛ آسلمان و میدلکوپ، ۱۹۹۸؛ گومز و همکاران، ۲۰۰۱؛ پافیتیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ کلینس‌هانس، ۲۰۰۱؛ سوریان، ۲۰۰۲؛ موسوی‌حرمی و همکاران، ۲۰۰۴؛ کوریت و همکاران، ۲۰۱۹).

بسیاری از ذخایر هیدروکربنی جهان از پرکامبرین تا پلیوسن در رسوبات رودخانه‌ای دیده شده‌اند (میل، ۲۰۰۶؛ کوریت و همکاران، ۲۰۱۹). گذشته از جنبه‌های اقتصادی، این محیط‌ها از نظر رسوب‌شناسی نظیر ارتباط فرآیندها و اشکال بستری^۱ (بست و فیلدینگ، ۲۰۱۹)، تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی (اون و همکاران، ۲۰۱۵)، مدیریت و تکامل رودخانه‌ها در پاسخ به عملکرد انسانی و اقلیمی (آدلوی و ساندهراجان، ۲۰۱۹) مورد توجه قرار گرفته‌اند. زمین‌شناسان بر خلاف مهندسی منابع آب و عمران با مسائلی نظیر تکامل حوضه رودخانه و نگهداشت رسوبات در سوابق زمین‌شناسی سروکار دارند که خود بار زمانی طولانی را طلب می‌کند (استاو و همکاران، ۲۰۲۰). محیط‌های رودخانه‌ای شامل سیستم‌های پیچیده‌ای از فرسایش، حمل و نقل و رسوب‌گذاری هستند که سبب شکل‌گیری اشکال سطحی متنوعی می‌شوند (تاگر، ۱۹۹۱). این محیط‌ها در حقیقت سیستم‌های دینامیکی متأثر از شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی حوضه آبریز، رخدادهای تکتونیک، زمین‌شناسی، سرعت و عمق جریان و حمل و نقل رسوب هستند که همگی در شکل‌گیری رخساره‌های رسوبی نقش دارند (دمولین، ۲۰۱۱؛ پترسون و همکاران، ۲۰۱۱). رسوبات رودخانه‌ای بر اساس موقعیت چین‌شناسی آن‌ها در توالی‌های عمودی به سه دسته رسوبات کانال، خارج کانال و حد واسط (پرکننده کانال‌های قطع شده) تقسیم می‌شوند (موسوی‌حرمی، ۱۳۶۷). رسوبات این محیط‌ها گذشته از شکل انباشتگی در سه نمونه دانه درشت (کنگومرایی)، دانه متوسط (ماسه سنگی) و دانه ریز (سیلت‌سنگ و رس‌سنگ) قابل مطالعه و ارزیابی می‌باشند. مطالعات فراوانی در بحث رسوب‌شناسی سامانه‌های رودخانه‌ای صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات موسوی‌حرمی و همکاران

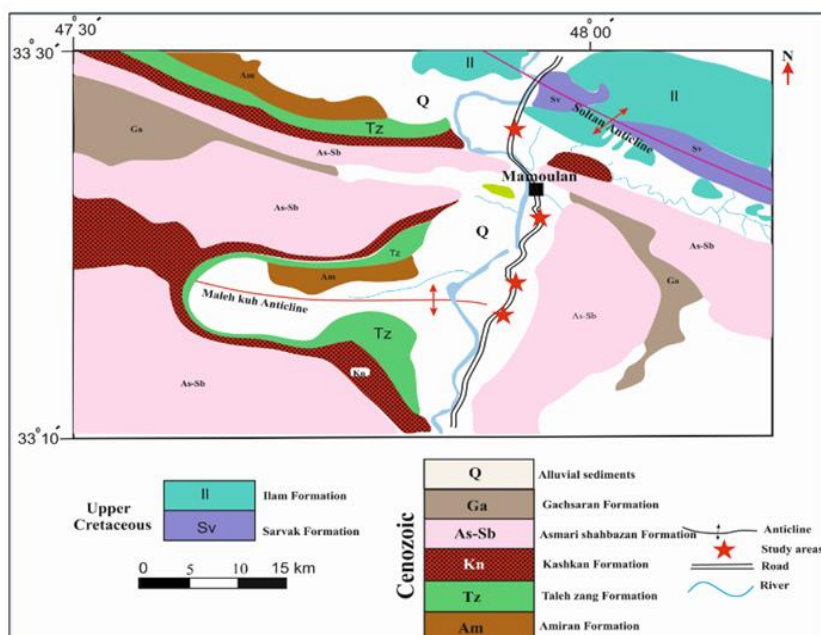
^۱ Bedforms

رخمون دارند (شکل ۲). واحدهای دوران دوم شامل سازندهای سروک، ایلام، گورپی و امیران و واحدهای دوران سوم شامل سازندهای تله‌زنگ، سازند آواری کشکان، سازندهای آسماری - شهبازان، سازند گچساران و رسوبات آبرفتی جوان می‌باشند.

(۱۳۷۴). منطقه مورد مطالعه در ۶۰ تا ۸۰ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد و در مسیر جاده آسفالتی این شهرستان به سمت شهرستان پلدختر واقع شده است که در این مسیر تعداد ۴ برش انتخاب شده است (شکل ۱). بر اساس نقشه زمین‌شناسی منطقه که بخشی از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ شهرستان پلدختر می‌باشد واحدهای دوران دوم و سوم



شکل ۱. نقشه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به همراه موقعیت برش‌های انتخاب شده



شکل ۲. قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ شهرستان پلدختر به همراه گسترش سازندهای منطقه مورد مطالعه (فکوری، ۱۳۸۲)

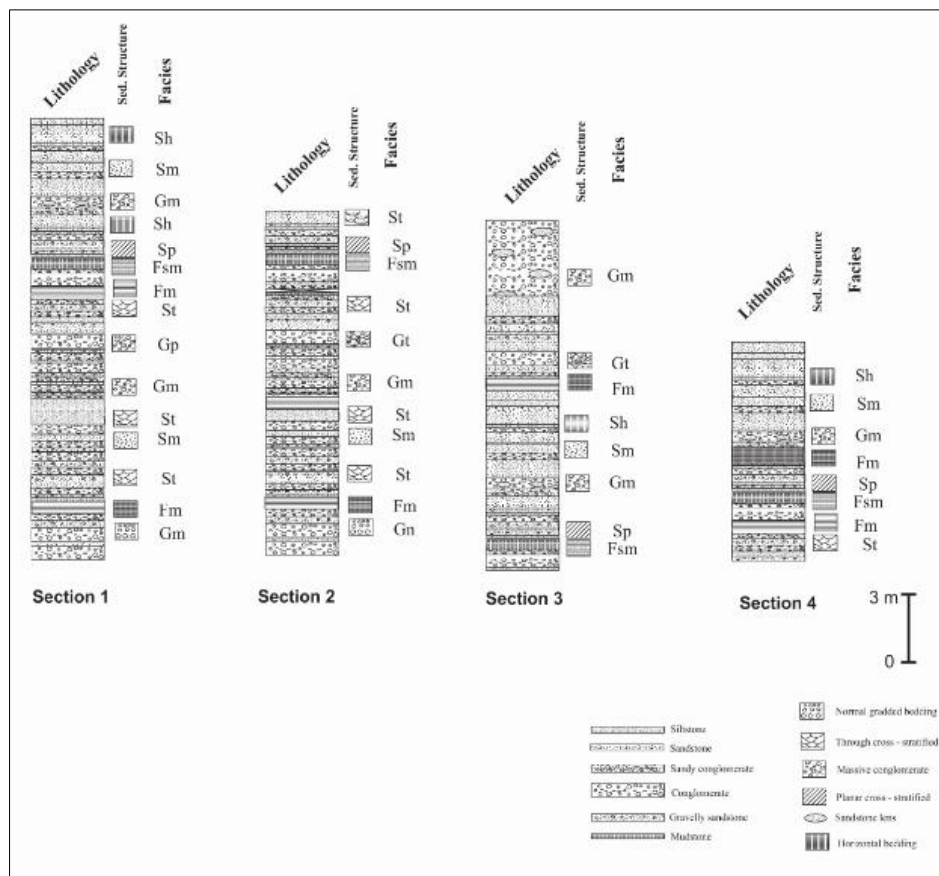
ساختاری باشند تا بازسازی زیرمحیطها و محیط رسوبی راحت‌تر انجام شود. در تعیین و معرفی رخساره‌های سنگی از روش شناسه‌گذاری میال (۲۰۰۶) استفاده شده است که در آن هر رخساره سنگی با دو حرف معرفی می‌شود به گونه‌ای که حرف اول (حرف بزرگ) بیانگر اندازه دانه و حرف دوم (حرف کوچک) معرف ساختمان رسوبی است.

۳- مواد و روش‌ها

در این مطالعه پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر به تعداد ۴ برش انتخاب شده‌اند که ستون سنگ‌چینه‌ای آن‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. برش‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که تا حد امکان در برگیرنده‌ی بیش‌ترین رخساره سنگی و در نتیجه عناصر

را در بر می‌گیرد. طرح میال توسط افراد زیادی برای سیستم‌های رودخانه‌ای قدیمی به کار گرفته شده است (دیسلس و همکاران، ۱۹۹۱). از طرح پیشنهادی جو (۲۰۰۳) برای شناسه‌گذاری عناصر ساختاری بر اساس الگوی چینه‌ای بزرگ مقیاس و رخساره‌های رسوبی استفاده شد.

به عنوان مثال رخساره سنگی Gm یعنی کنگلومرای با ساخت توده‌ای^۱ است. برای رتبه‌بندی سطوح محدود کننده^۲ از روش میال (۱۹۹۶) استفاده شد. میال شش نمونه سطح محدود کننده با رتبه‌ی ۱ تا ۶ معرفی کرده است به طوری که با افزایش رتبه بر گسترش سطح نیز اضافه می‌شود و سطحی با رتبه‌ی بالا سطح رتبه‌ی پایینی



شکل ۳. ستون سنگ‌چینه‌ای ایستگاه‌های (برش‌های) مورد مطالعه

ترکیب سنگ‌های تخریبی را عواملی نظیر ترکیب سنگ خاستگاه، هوازگی شیمیایی و مکانیکی، موقعیت تکتونیکی (میال، ۲۰۰۰)، تاریخچه حمل و نقل (سوتنر، ۱۹۷۴)، محیط رسوبی و آب و هوای دیرینه (سوتنر و همکاران، ۱۹۸۱) تعیین می‌کند. مطالعه رخساره‌های رسوبی و آنالیز اندازه دانه‌ها به تعیین محیط رسوبی و شناسایی فرآیندهای رسوب‌گذاری و نوع جریان کمک می‌کند. توزیع اندازه ذرات در رسوب به اختصاصات سنگ منشأ، فرآیندهای هوازگی، سایش و جورشدگی انتخابی آن‌ها در هنگام حمل و نقل بستگی داشته و بر روی انواع رخساره‌های رسوبی تأثیر گذار است (سنلدر، ۲۰۱۱).

۴- رخساره‌های سنگی^۱

رودخانه یک سیستم دینامیکی است و متغیرهایی همچون شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی، فعالیت‌های تکتونیکی و زمین‌شناسی بر روی سرعت و نوع جریان، عمق، میزان حمل و نقل رسوب و در نتیجه بر تشکیل رخساره‌های رسوبی نقش بسزایی ایفا می‌کند (سر و نوسون، ۲۰۰۳؛ فریند و داد، ۲۰۰۵؛ دمولین، ۲۰۱۱؛ پترسون و همکاران، ۲۰۱۱). در شناخت رخساره‌های رسوبی، فرآیندهای رسوبی، شرایط حاکم بر محیط رسوب‌گذاری و بررسی‌های سنگ‌نگاری گام نخست به شمار می‌آیند (تاگر، ۲۰۰۱).

^۱ Lithofacies

^۱ Massive

^۲ Bounding Surface

مورب مسطح ساختمان رسوبی اصلی آن است با این حال سطوح دوباره فعال شده^۲ در این رخساره نیز دیده می‌شود (شکل ۵ - د پیکان آبی رنگ).

تفسیر: میال (۱۹۸۵) این رخساره را نتیجه‌ی مهاجرت بارهای عرضی زبانه‌ای در بخش عمیق کانال می‌داند. قاضی و مونته‌نی (۲۰۰۹) حرکت رو به پایین دست جریان، بارهای عرضی در کانال‌های کم پیچ را دلیل تشکیل این رخساره می‌دانند. آلن (۱۹۸۳) تغییرات محلی جریان و تامین رسوب را دلیلی بر تشکیل سطوح دوباره فعال شده می‌داند ولی کانت (۱۹۷۸) این سطوح را به افزایش جانبی بارهای زبانه‌ای در محیط‌های رودخانه‌ای نسبت می‌دهد. رسوب‌گذاری ذرات تشکیل‌دهنده‌ی این رخساره‌ی رسوبی نیز با جریان‌های کششی و حمل و نقل ذرات به صورت بار بستر انجام شده است. احتمالاً مهاجرت اشکال لایه‌ای بزرگ مقیاس متقاطع گراولی با خط‌الرأس مستقیم در داخل کانال به تشکیل این رخساره‌ی رسوبی منجر می‌شود. تشکیل طبقات مورب مسطح در این رخساره مؤید حمل و نقل آهسته‌تر ذرات گراولی است که به برافزایی عمودی این رخساره منجر می‌شود (سریدار و همکاران، ۲۰۱۳؛ میال، ۲۰۰۶).

رخساره سنگی (Gt): این رخساره سنگی از کنگلومرای قطعه فراوان با مجموعه‌هایی از طبقه‌بندی عدسی شکل^۳ تشکیل شده است. قطعات آن جورشدگی ضعیف تا متوسط دارند. کوچک بودن قطعات آن نسبت به رخساره (Gm)، یک طبقه‌ای بودن و تقارن نسبتاً خوب بخش زیرین مجموعه‌های عدسی شکل از ویژگی‌های ریختی آن است (شکل ۶ - الف).

تفسیر: تقارن خوب بخش زیرین مجموعه‌های عدسی شکل و حضور قطعات بزرگ در بخش زیرین دلالت بر پرشدگی سریع شسته شدگی‌های کانالی دارد (یاگیشتان، ۱۹۹۷). یک طبقه‌ای بودن این رخساره حاکی از پرشدگی یک مرحله‌ای آن دارد (راموس و سوپنا، ۱۹۸۳). کارلینگ (۱۹۹۶) این رخساره را به حرکت دون‌های سه‌بعدی گراولی مربوط می‌داند. این رخساره در مواقعی که جریان با انرژی بالا وجود دارد مثل رخساره‌های Gm و Gp به وجود می‌آید. طبقات مورب نتیجه پرشدگی در کانال‌های فرسایشی یا آبرفتی کوچک می‌باشد (کیم و همکاران، ۲۰۰۹؛ میال، ۲۰۱۳).

رخساره سنگی (Gm): این رخساره به صورت کنگلومرای دانه فراوان، بدون طبقه‌بندی دانه تدریجی، به صورت توده - ای و گاهی با چینه‌بندی ضعیف دیده می‌شود (شکل ۴ - الف و ب). جورشدگی ضعیف و خمیره دانه ریز نیز از صفات آن است. قطعات دانه درشت در کنگلومرا بایستی بیش از ۵۰٪ درصد باشد، درصدهای کمتر را ماسه‌سنگ پیل‌دار یا گل‌سنگ پیل‌دار می‌نامند (استاو، ۲۰۰۵).

تفسیر: قوش (۲۰۱۴)، برتولدی و همکاران (۲۰۱۰)، جورشدگی بسیار ضعیف و ساختمان به هم ریخته این دسته از رخساره‌ها را به حمل و نقل کوتاه و نزدیکی به منشأ نسبت می‌دهند. راست (۱۹۷۸) نبود چینه‌بندی مورب را در این رخساره سنگی به کاهش عمق آب و متوسط اندازه قطعات نسبت می‌دهد. (کوستا، ۱۹۸۸؛ شان‌موگان، ۱۹۹۶؛ کوزن و همکاران، ۲۰۰۹) غیر گریدد بودن، جورشدگی ضعیف و وجود خمیره دانه ریز را دلیلی بر شکل‌گیری آن از جریان‌های خرده‌دار غیرچسبنده می‌دانند. کومار و همکاران (۲۰۰۳) تولید فراوان رسوب را عامل مهم در تشکیل این رخساره بیان می‌کنند. بیش‌ترین تفسیر در تشکیل این رخساره، سدهای طولی رودخانه‌ای کم پیچ، ورقه‌های گراولی و رسوبات وامانده کانالی در نظر گرفته شده است (میال، ۱۹۷۷؛ راست، ۱۹۸۷؛ یاگیشتا، ۱۹۹۷).

رخساره سنگی (Gms): خمیره این رخساره نسبت به رخساره‌ی (Gm) بیشتر است. به گونه‌ای که شناوری گراول و پیل‌ها در این خمیره نمایان است. جورشدگی ضعیف و نبود چینه‌ای از مشخصات دیگر آن است (شکل ۴ - ج). تفسیر: رسوب‌گذاری سریع از جریان‌های خرده‌دار چسبنده عامل تشکیل این رخساره است (کارولز و همکاران، ۱۹۹۷). فراوانی خمیره و جورشدگی ضعیف دلالت بر تاثیر جریان‌های خرده‌دار در تشکیل این رخساره می‌کند (هوبرت و فیلیپو، ۱۹۸۹). تشکیل این رخساره نشان‌دهنده انرژی بالای رسوب‌گذاری بوده که به تهنشست ذرات گراولی انجامیده و به دلیل تشکیل در شرایط جریان آشفته حالت توده‌ای دارند، و همچنین بافت توده‌ای آن به کمک جریان‌های رسوبی خرده‌دار با انرژی بالا به وجود می‌آید (کایکا، ۲۰۱۱).

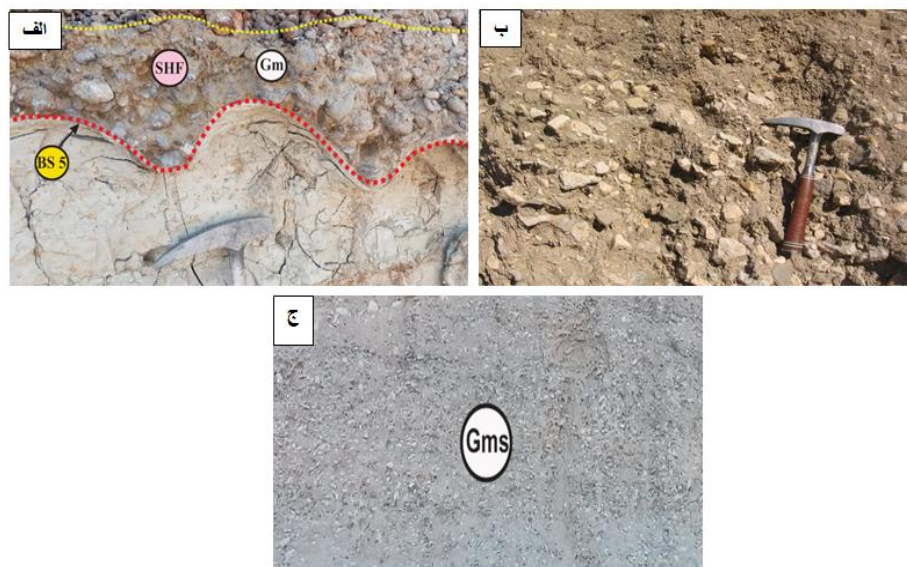
رخساره سنگی (Gp): این رخساره کنگلومرای دانه فراوان با شیب لایه‌هایی از ۱۰ تا ۴۰ درجه است. طبقه‌بندی

³ Trough

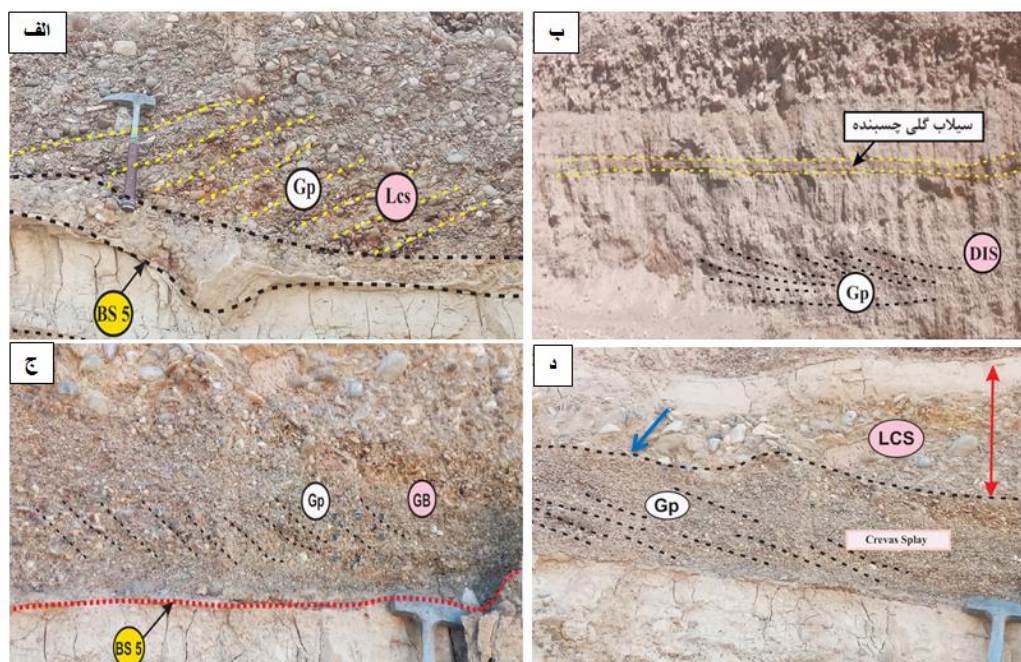
² Reactivation surfaces

بودن چینه‌بندی و یا نبود آن بر تامین فراوان رسوب و جریان‌هایی با بار رسوبی فراوان مربوط است (تاگر، ۲۰۰۳). این رخساره بدون هرگونه ساختمان رسوبی است و در اثر حجم زیاد رسوبات معلق و سرعت بالای رسوب‌گذاری که مانع تشکیل ساختمان‌های رسوبی می‌شود، به وجود می‌آید (میال، ۲۰۱۳).

رخساره سنگی (Sm): این رخساره از ماسه‌سنگ بدون ساخت رسوبی تشکیل شده است ولی با این حال گاهی چینه‌بندی ضعیف و گراول‌های پراکنده در آن نمایان است (شکل ۶-ب). تفسیر: این رخساره سنگی به مهاجرت دون‌ها در رژیم جریان کم انرژی نسبت داده می‌شود (میال، ۱۹۹۷). ناقص



شکل ۴. الف: رخساره سنگی Gm همراه با عنصر ساختاری SHF (به قطعات فراوان گراول در این رخساره سنگی توجه شود)؛ ب: رخساره دانه درشت داخل کانال که به علت شدت جریان ساختمان رسوبی شکل نگرفته است و گردشگی ضعیفی نشان می‌دهند. ج: رخساره سنگی Gms (به شناوری پیل‌ها و خمیره فراوان آن نسبت به رخساره سنگی Gm توجه شود، طول تصویر ۱ متر).



شکل ۵. الف: رخساره سنگی Gp همراه با عنصر ساختاری LCS؛ ب: رخساره سنگی Gp همراه با عنصر ساختاری DIS (طول تصویر ۱۰ متر)؛ ج: رخساره سنگی Gp همراه با عنصر ساختاری GB و د: رخساره سنگی Gp تشکیل شده در محیط کروس‌های پهن همراه با عنصر ساختاری LCS. به ضخامت کم رسوبات گراولی و گلی بر روی کانال‌های فرعی بریدگی‌های پهن توجه شود (پیکان قرمز)، نبود رخساره پوینت‌بار بین رسوبات گراولی و گلی بیانگر بریدگی ناگهانی کانال می‌باشد.



شکل ۶. الف: رخساره سنگی Gt (طول تصویر ۲ متر) و ب: رخساره سنگی Sm که در محیط خارج کانال و بر روی رخساره پوینت بار تشکیل شده است (طول تصویر ۵ متر).

نتیجه ایجاد کانال در موقع سیلاب زیاد و پرشدگی آبی در مراحل غربال‌شدگی هم می‌باشد. تشکیل این رخساره بیانگر شرایط آشفته آب است (میال، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۳).

رخساره سنگی (Sh): این رخساره از ماسه‌سنگ دانه متوسط تا دانه درشت با جورشدگی متوسط تا خوب شکل گرفته و ورقه‌های افقی یا نسبتاً افقی ساختمان رسوبی اصلی آن است (شکل ۸ - الف).

تفسیر: شرایط پر انرژی جریان‌های یک جهتی روی بسترهای مسطح (میال، ۱۹۷۷)، مهاجرت اشکال بستری^۱ کم ارتفاع و سیلاب‌های ورقه‌ای پرانرژی خارج از کانال (قاضی و مونته‌نی، ۲۰۰۹) در ایجاد این رخساره دخیل هستند. این رخساره می‌تواند در سرعت‌های بالا و همچنین در سرعت‌های پایین جریان در بخش‌های مختلف حوضه بسته به این که اندازه ذرات درشت یا ریز باشند تشکیل شده به طور جانبی به دیگر رخساره‌ها تبدیل گردد (میال، ۲۰۰۶). از طرفی این رخساره در داخل کانال‌ها نشان‌دهنده عقب‌نشینی نهایی سیلابی شدن فصلی است (خلیفا و کتینانو، ۲۰۰۸).

رخساره سنگی (Fsm): این رخساره اغلب به صورت مجزا و یا همراه با رخساره ماسه‌سنگی دیده می‌شود. ذراتی در حد سیلت بیش‌ترین تشکیل‌دهنده‌ی این رخساره هستند که واجد لامینه‌های ظریف گلی به صورت پیوسته و ناپیوسته می‌باشند. لامینه‌های مورب سیلت‌سنگی هم در این رخساره دیده می‌شوند (شکل ۸ - ب).

تفسیر: لامینه‌های ظریف گلی پیوسته و ناپیوسته دلالت بر تشکیل آن‌ها از حالت تعلیق در شرایط کاهش انرژی جریان دارند (تورنر، ۱۹۸۰؛ مک و جیمز، ۱۹۹۲).

رخساره سنگی (Sp): این رخساره سنگی از ماسه‌سنگ دانه متوسط تا دانه درشت با طبقه‌بندی مورب مسطح تشکیل شده است. در بخش‌های دانه درشت آن چینه‌بندی مورب و در بخش‌های دانه ریز آن از ضخامت این چینه‌بندی کاسته می‌شود (شکل ۷ - الف).

تفسیر: حرکت ریپل‌ها، دون‌های ماسه‌ای، دون‌های زبانه‌ای شکل و بارهایی با سطوح شیب‌دار عامل تشکیل این رخساره هستند (میال، ۱۹۷۷). تشکیل این رخساره را معمولاً به مهاجرت به طرف پایین‌دست دون‌های دوبعدی با خط‌الرأس موجی در رژیم‌های پایین جریان نسبت می‌دهند (میال، ۲۰۰۶؛ خلیفا و کتینانو، ۲۰۰۸).

رخساره سنگی (St): این رخساره سنگی از ماسه‌سنگ دانه متوسط تا خیلی دانه درشت تشکیل شده است. دارای طبقه‌بندی مورب عدسی شکل است که از زاویه کم و طول موج بزرگ برخوردارند، علاوه بر این به صورت چند طبقه‌ای دیده می‌شوند (شکل ۷ - ب).

تفسیر: پرشدگی شسته‌شدگی‌ها، فراوانی مواد دانه متوسط ماسه‌ای در کانال و حرکت ریپل‌ها و دون‌های سه‌بعدی کوچک مقیاس با خط‌الرأس سینوسی عامل اصلی تشکیل این رخساره هستند (کالینسون و تامپسون، ۱۹۸۹). چند طبقه‌ای بودن این رخساره نشانه‌ی فراوانی ماسه و مهاجرت چند مرحله‌ای بارهای کانالی است (میال، ۱۹۹۷). این رخساره با وجود سطح تحتانی فرسایشی، انباشتگی جانبی، شکل هندسی کانالی و عدسی شکل، بیانگر رسوب‌گذاری در یک کانال و یا در تپه‌های کانالی زیر آبی تحت جریان پایین در رودخانه‌های موقتی در یک شرایط نیمه‌خشک می‌باشد (میال، ۲۰۰۶). همچنین این رخساره

¹ Bedforms

(تورنر، ۱۹۸۰). نبود ساخت رسوبی، معرف رسوب‌گذاری از جریان‌هایی با بار رسوبی فراوان (موریسون و هین، ۱۹۸۷) و تشکیل از حالت تعلیق دارد (وو و همکاران، ۲۰۰۶). رسوبات دانه ریز عمدتاً گلی با ضخامت‌های متفاوت از کم تا زیاد که به هر حال بصورت توده‌ای و بدون لامینه و لایه‌بندی و معمولاً به رسوب‌گذاری بار معلق در دشت سیلابی و یا به شکل پوشش‌های گلی روی سدها در داخل رودخانه‌ها مربوط می‌شود (میال، ۲۰۱۳).

لامینه‌های مورب نشانه‌ی رسوب‌گذاری بعد از شرایط سیلابی و به دنبال آن افت جریان روی اشکال بستری کوچک مقیاس شیب‌دار است (کالینسون، ۱۹۸۶). رخساره سنگی (Fm): گل در این رخساره سنگی فراوان یافت می‌شود. ولی گاهی دانه‌های سیلتی و ماسه‌ای نیز دیده می‌شود. در این رخساره ساختمان رسوبی خاصی دیده نمی‌شود (شکل ۹). تفسیر: وجود دانه‌های سیلتی و ماسه‌سنگی دلالت بر دوره‌ای بودن افزایش انرژی جریان در این رخساره دارد



شکل ۷. الف: رخساره سنگی Sp (طول تصویر ۱ متر) و ب: رخساره سنگی St



شکل ۸. الف: رخساره سنگی Sh همراه با عنصر ساختاری HS و ب: رخساره سنگی Fsm که در محیط خارج کانال همراه با عنصر ساختاری OF تشکیل شده است. به لامینه‌های گلی تشکیل شده در این رخساره سنگی توجه شود.

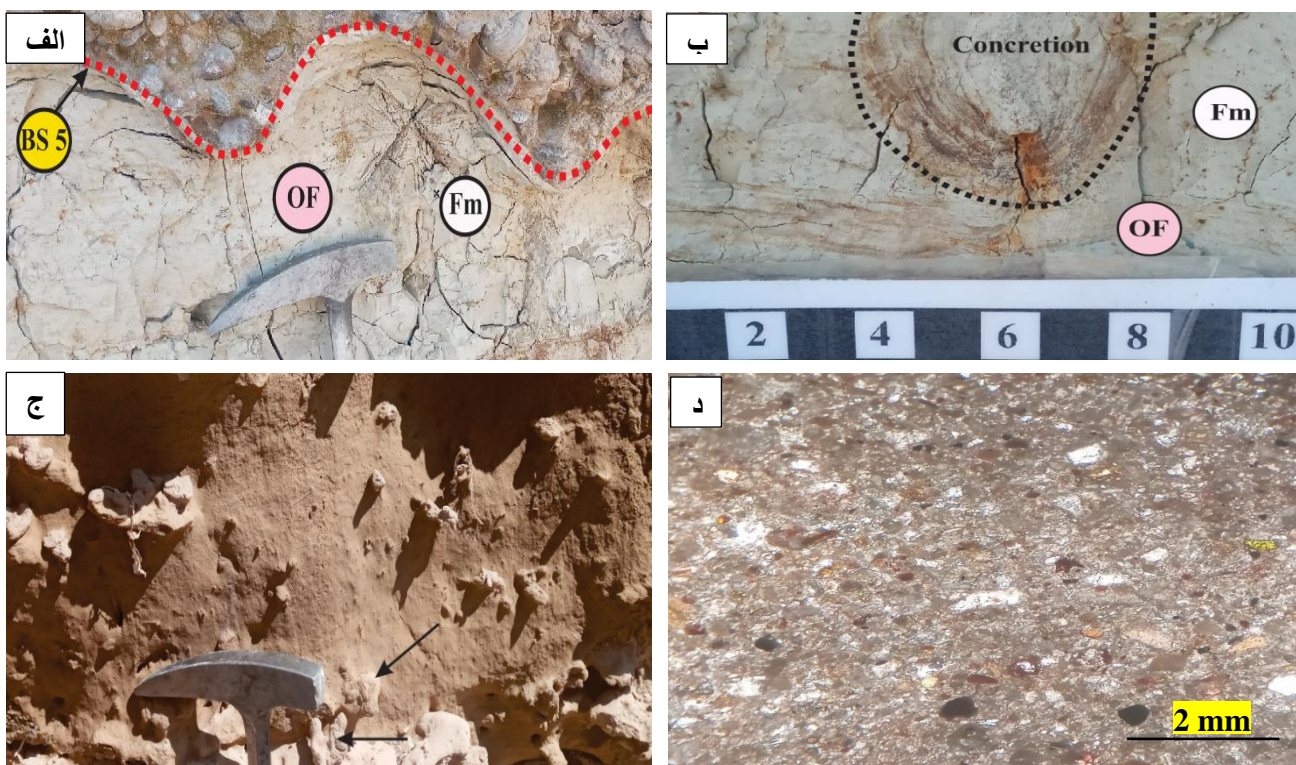
آن قدری با پرسش همراه است. علیرغم این موضوع این روش در حال حاضر نیز برای تعبیر و تفسیر فرآیندهای موجود در سیستم‌های رودخانه‌ای به کار گرفته می‌شود. کارهای اولیه در مورد رتبه‌بندی سطوح توسط آلن (۱۹۸۳) انجام شد ولی میال (۱۹۸۵، ۱۹۸۸، ۱۹۹۶) کارهای آلن را بسط داد. سطح رتبه یک و دو سطوحی غیر فرسایشی‌اند. سطح رتبه دوم، سطح محدود کننده مجموعه‌های مرکب^۲ است (شکل ۱۰).

۵- سطوح محدود کننده^۱

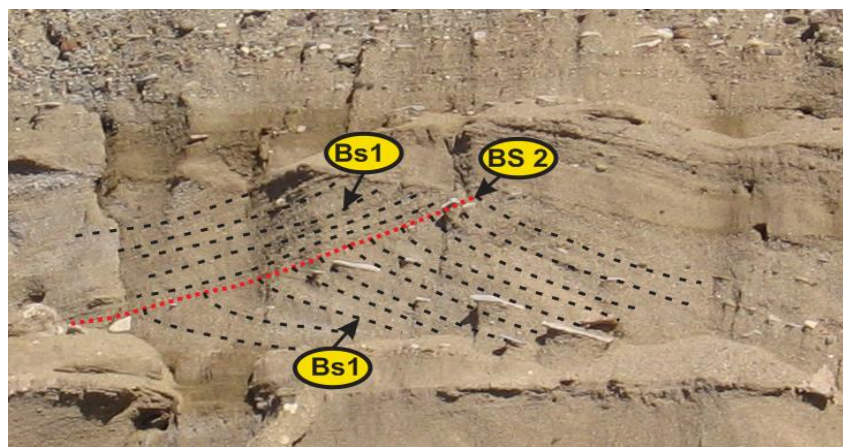
رتبه‌بندی سطوح ابزاری مقایسه‌ای جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌های رسوبی تخریبی به ویژه رودخانه‌ها است که در شناخت چرخه‌های رسوبی کوچک مقیاس نقش دارد (گودین، ۱۹۹۱). هرچند که رتبه‌بندی سطوح منطقی است ولی در عمل با مشکلاتی نیز همراه است، برای مثال هنگامی که این سطوح به طور جانبی به هم تبدیل و پیوسته می‌شوند به کارگیری یک رتبه برای سطح و امتداد

² Coset

¹ Bounding Surface



شکل ۹. الف: رخساره سنگی Fm همراه با عنصر ساختاری OF؛ ب: رخساره سنگی Fm که در آن کنکرسیون‌های دشت سیلابی دیده می‌شود. ج: ندول‌های عروسی دشت سیلابی از جنس ماسه‌سنگ (پیکان‌های تیره) و د: تصویر میکروسکوپی همان ندول که از جنس ماسه‌سنگ می‌باشد.

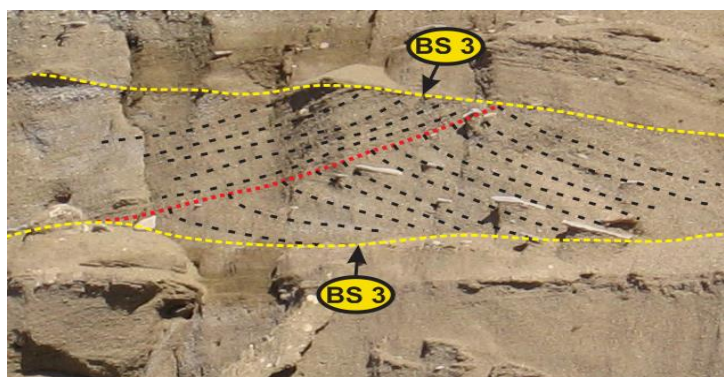


شکل ۱۰. سطوح محدود کننده نوع ۱ و ۲ که به سطوح غیرفرسایشی معروف هستند (طول تصویر ۱/۵ متر).

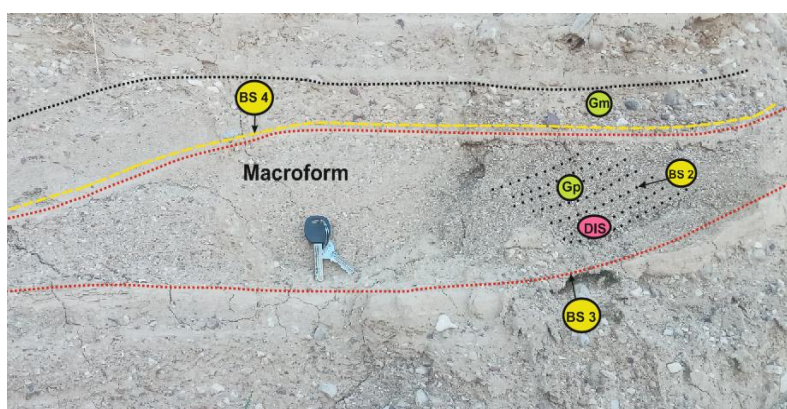
کانال‌ها است و گسترش آن به بیش از ۱۰۰ متر می‌رسد (شکل ۱۴). رتبه‌بندی سطوح به شناخت نوع کانال رودخانه (آلن، ۱۹۸۳؛ میال، ۱۹۹۶)، درک بهتر فرآیندهای چرخه‌ای و توالی‌های ریز شونده به سمت بالا (گودین، ۱۹۹۱)، شناخت ساختمان‌های رسوبی بزرگ مقیاس (بریدج، ۱۹۹۳) و بازسازی محیط رسوبی قدیمی (میال، ۱۹۸۸) کمک می‌کند.

سطح رتبه سوم اغلب کمتر از ۱۵ درجه شیب دارد، به عنوان مثال سطوح دوباره فعال شده از این جمله هستند (شکل ۱۱). سطح رتبه چهارم بیانگر سطح بالایی ماکروفرم‌ها^۱ است که از نظر شکلی محدب است (شکل ۱۲). سطح رتبه پنجم سطحی مقعر است که روی آن پیل‌ها و ورقه‌های گلی است و طول آن به بیشتر از ۱۰۰ متر هم می‌رسد و بر یک بریدگی دلالت می‌کند (شکل ۱۳). سطح رتبه ششم سطح محدودکننده گروهی از

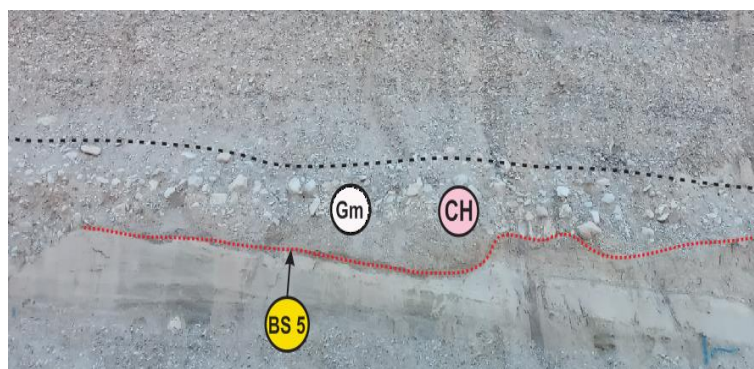
^۱ Macroforms



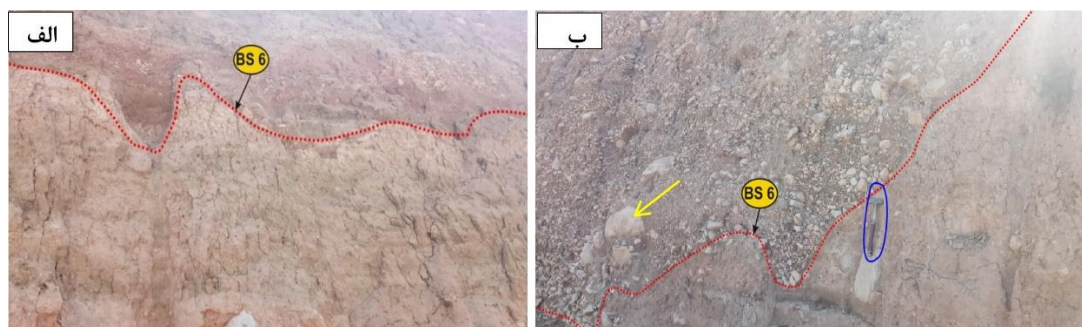
شکل ۱۱. سطوح محدود کننده نوع ۳ که سطوح دوباره فعال شده نمونه‌ای از این سطوح هستند (طول تصویر ۱/۵ متر).



شکل ۱۲. سطوح محدود کننده نوع ۴ که بیانگر سطح بالایی ماکروفرم هستند. در داخل ماکروفرم سطوح رتبه ۲ نیز دیده می‌شود. با توجه به سطح بالایی محدب ماکروفرم، رخساره سنگی Gm از توپوگرافی آن تبعیت کرده است.



شکل ۱۳. سطوح محدود کننده نوع ۵ که بیانگر سطوح فرسایشی می‌باشند. به تشکیل ورقه‌های گلی و پیل‌ها در قالب رخساره سنگی Gm، بر روی این سطح توجه شود (طول تصویر ۱۵ متر).



شکل ۱۴. الف: سطوح محدود کننده نوع ۶ که بیانگر سطوح فرسایشی بزرگ مقیاس می‌باشند (طول تصویر ۲۰ متر) و ب: سطح محدود کننده نوع ۶ که نشان‌دهنده سیلاب‌های مخرب ناگهانی روی دشت سیلابی هستند (مقیاس تصویر چکش زمین‌شناسی می‌باشد (کادر بنفش)). در این تصویر به قطعات Out size توجه شود (پیکان زرد).

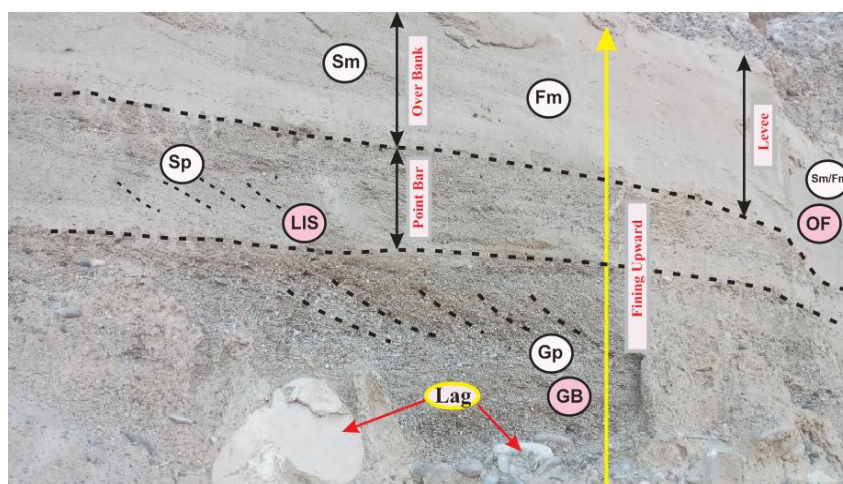
۶- عناصر ساختاری^۱

گراولی بیشتر از رخساره سنگی گراولی تشکیل شده است (میال، ۱۹۸۵). عناصر ساختاری (جدول ۱) به مجموعه‌ای از چینه‌ها که از نظر زایشی به هم مربوطند گفته می‌شود (جو، ۲۰۰۳). منظور از مجموعه چینه‌ها به گروهی از آن‌ها که از سایر واحدهای رسوبی به سبب سطوح فرسایشی، نبود رسوب‌گذاری و یا تغییر ناگهانی از هم قابل تفکیک می‌باشند گفته می‌شود (مک‌کی و ویر، ۱۹۸۳). هر عنصر ساختاری شامل یک یا چند رخساره سنگی است. در این مطالعه رخساره‌های سنگی مربوط به عناصر ساختاری در در جدول (۲) معرفی شده‌اند. در شکل‌های ۱۵ تا ۲۱ تصاویر مربوط به این عناصر ساختاری در برش‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

تشخیص عناصر ساختاری رودخانه به منظور بازسازی الگوی کانال انجام می‌گیرد و این مطالعات نقش مهمی در تفسیر توالی‌های رسوبی قدیمه و محیط رسوب‌گذاری آن‌ها دارند (بنیتو و همکاران، ۲۰۰۳). نخستین کارها در مورد عناصر ساختاری را میال (۱۹۸۵) انجام داد، در استفاده از عناصر ساختاری سه مشخصه اندازه، میان لایه و تغییرات تدریجی می‌بایست مورد نظر باشد (میال، ۲۰۱۳). هر عنصر ساختاری به شکل هندسی اشکال بستری دلالت داشته و هریک از آن‌ها شامل یک یا چند رخساره سنگی است، از این جهت رابطه زایشی بین رخساره‌ها و عنصر ساختاری دیده می‌شود برای مثال: بار

جدول ۱. شناسه‌های عناصر ساختاری (جو، ۲۰۰۳).

شناسه عنصر ساختاری	تفسیر
HS	Horizontally Stratified Sets
Lcs	Large- Scale, Planar cross-stratified set
DIs	Down current – dipping inclined strata set
LIs	Laterally inclined strata set
CvS	Convex – up strata set
LHF	Large – scale hollow fill
TCS	Trough cross – stratified set
C/S	Stacked conglomerate and sandstone sheet
SHF	Small – scale hollow fill
CH	Channel
OF	Overbank fines
GB	Gravel bar
SB	Sand bar



شکل ۱۵. عنصر ساختاری GB با رخساره سنگی Gp مربوط به محیط کانال (Channel)، به رسوبات برجای مانده Lag توجه شود. عنصر ساختاری LIS با رخساره سنگی Sp مربوط به محیط پوینت بار (Point Bar). عنصر ساختاری OF با رخساره‌های سنگی Sm و Fm مربوط به محیط خاکریزهای طبیعی (Levee). در این تصویر یک توالی ایده آل از رسوبات کانال، پوینت بار و محیط خاکریزهای طبیعی دیده می‌شود که بیانگر یک توالی به سمت بالا ریز شونده (Fining upward) همراه با کاهش عمق و انرژی جریان می‌باشد (پیکان زرد رنگ). طول تصویر ۱۰ متر.

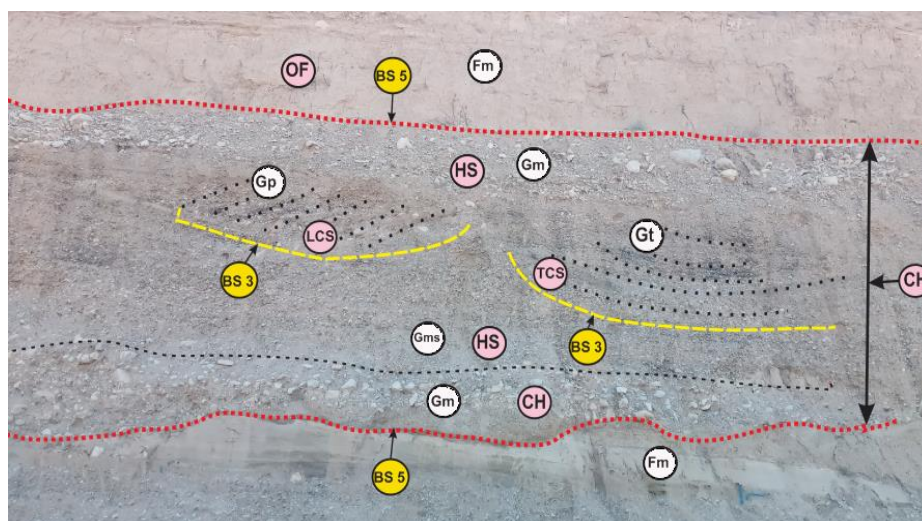
^۱ Architectural Elements

جدول ۲. عناصر ساختاری و رخساره‌های سنگی در آبرفت‌های جنوب خرم‌آباد تا پلدختر

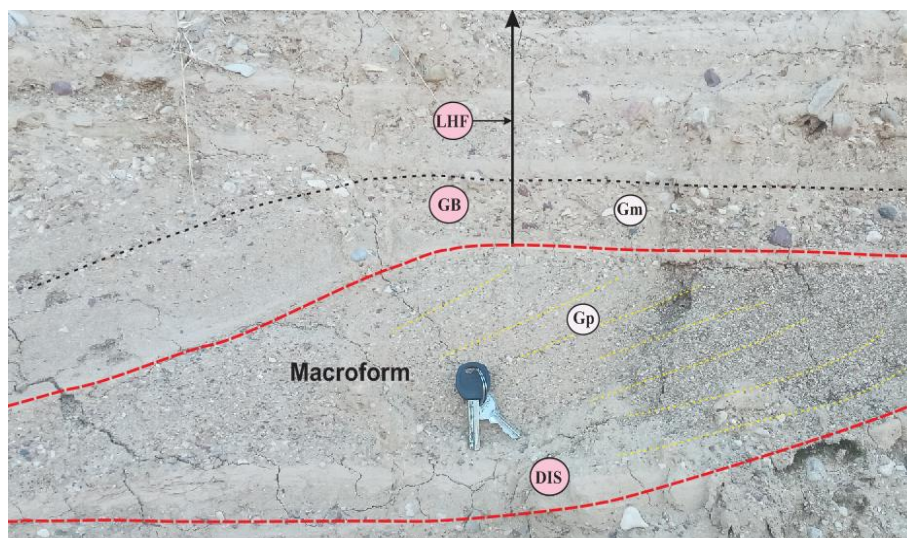
عناصر ساختاری	رخساره سنگی
GB	Gt, Gp, Gms, Gm
HS	Sh, Sp
C/S	Sm, Sp, Gms, Gm
LHF	Sm, Gms, Gm
LCS	Sm, Sp
Cvs	Sp, St, Sm
Dis	Sm, Sp
TCS	Sm, St
OF	Fm, Fsm
CH	Gm, Gms
SB	Sp, St
SHF	Gm, Sm, Sp, St
LIS	Gm, Gp, Sm, Sp, St



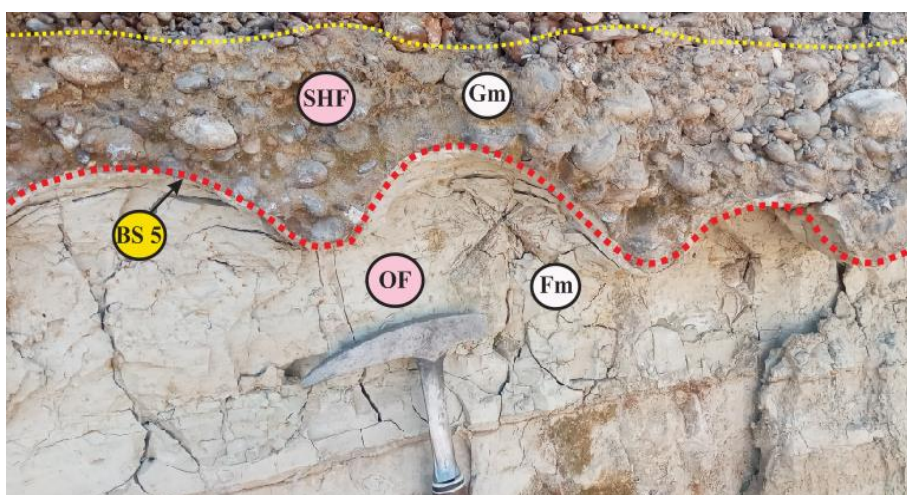
شکل ۱۶. عنصر ساختاری CVS با رخساره سنگی Gp مربوط به محیط بریدگی‌های پهن (Crevasse splay)، ضخامت کم رسوبات گلی و گراولی و نبود رخساره پوینت‌بار دلالت بر بریدگی کانال و تشکیل محیط کروس پهن دارد.



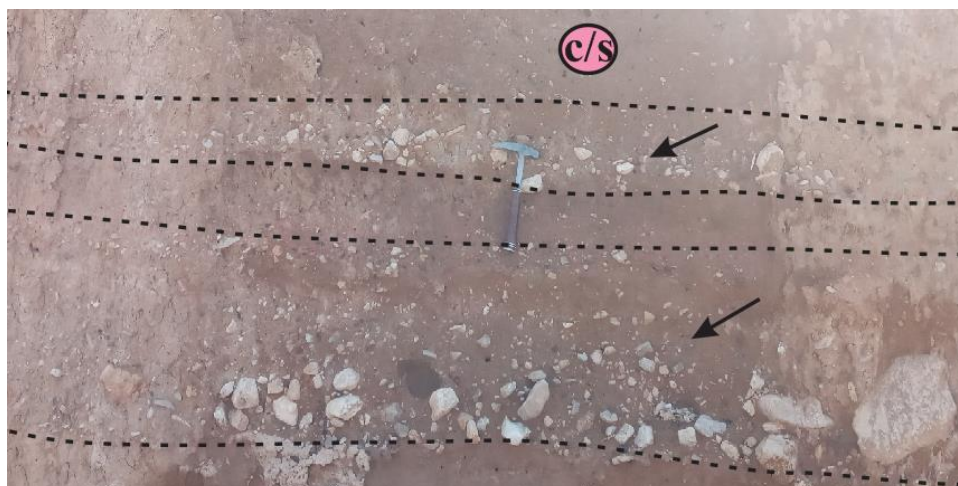
شکل ۱۷. عنصر ساختاری کانال (CH) (پیکان تیره) که خود عناصر ساختاری HS, LCS, TCS را در بر دارد. در تصویر رخساره‌های سنگی کانال توسط سطوح رتبه ۵ محدود شده‌اند. عنصر ساختاری LCS با رخساره سنگی بزرگ مقیاس Gp و عنصر ساختاری TCS با رخساره سنگی Gt به یک سطح با رتبه ۳ محدود می‌شوند. همچنین عنصر ساختاری HS با رخساره سنگی Gms که به صورت مجموعه‌های افقی در محیط داخل کانال دیده می‌شود. طول تصویر ۱۰ متر.



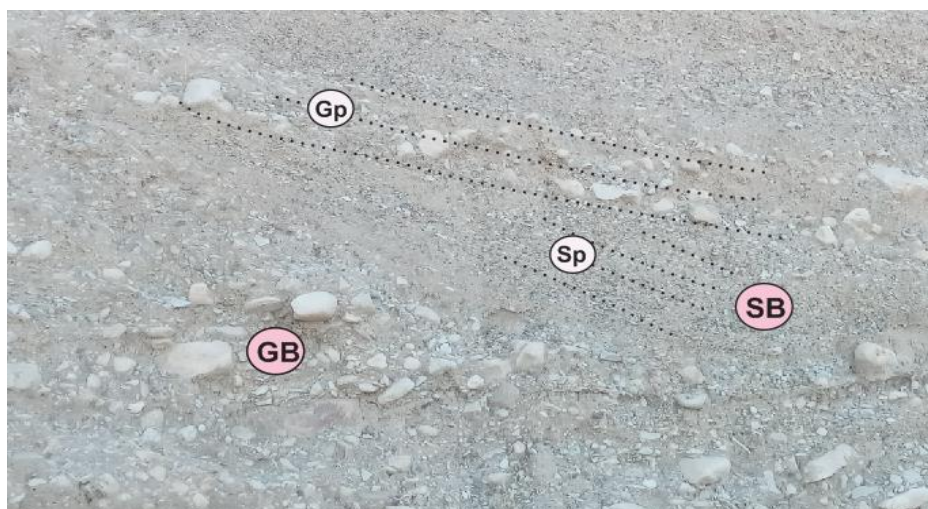
شکل ۱۸. عنصر ساختاری DIS با رخساره سنگی Gp مربوط به ماکروفرم. عنصر ساختاری LHF که در آن رخساره سنگی Gm از توپوگرافی سطح بالایی ماکروفرم تبعیت کرده است.



شکل ۱۹. عنصر ساختاری SHF با رخساره سنگی Gm که گودی‌های کوچک فرسایش یافته بر روی رسوبات گلی دشت سیلابی را پر کرده است. در زیر این عنصر ساختاری سطوح محدود کننده رتبه ۵ دیده می‌شود.



شکل ۲۰. عنصر ساختاری C/S در سیلاب‌های ورقه‌ای (پیکان‌های تیره) روی دشت سیلابی. به ورقه‌های کنگلومرایی و گلی در این عنصر ساختاری توجه شود.



شکل ۲۱. عنصر ساختاری GB با رخساره سنگی Gp که به صورت بار گراولی، و عنصر ساختاری SB با رخساره سنگی Sp که به صورت بار ماسه‌ای مشاهده می‌شوند. به طبقه‌بندی مورب بزرگ مقیاس در هر دو عنصر ساختاری و بریدگی ساخت زیرین توسط ساخت زیرین توجه شود (طول تصویر ۵ متر).

با توجه به فراوانی عناصر ساختاری CH, GB, C/S, LHF, SHF برای پادگانه‌های آبرفتی، محیط رودخانه‌ای با پیچش کم در نظر گرفته شد. که به طور متناوب در بازه‌های زمانی مورد هجوم سیلاب‌های قوی و مخرب قرار گرفته است (شکل‌های ۲۴ و ۲۵) به گونه‌ای که رسوبات کانال اصلی تخریب یافته و به جای آن کانال‌های سیلابی با سطوح فرسایشی مشخص جایگزین شده‌اند. بر هم‌نشینی کانال‌های سیلابی دلالت بر دوره‌ای بودن آن‌ها دارد.

۸- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته در برش‌های مورد مطالعه ۱۰ رخساره سنگی که شامل ۴ رخساره سنگی گراولی (Gm, Gms, Gp, Gt)، ۴ رخساره سنگی ماسه‌ای (Sm, Sp, St, Sh) و ۲ رخساره گلی (Fsm, Fm) شناسایی گردید. در این مطالعه ۱۳ عنصر ساختاری و ۶ سطح محدود کننده رتبه ۱ تا ۶ شناسایی گردید. در این مطالعه با توجه به رخساره‌های سنگی، سطوح محدود کننده و عناصر ساختاری زیر محیط‌های کانال، سدهای کانالی، پوینت‌بار، بریدگی‌های پهن، خاکریزهای طبیعی و زیرمحیط دشت سیلابی برای پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر تعیین شدند. با توجه به فراوانی عناصر ساختاری CH, GB, C/S, LHF, SHF برای پادگانه‌های آبرفتی مورد مطالعه محیط رودخانه‌ای با پیچش کم در

۷- محیط رسوبی

رخساره‌های رسوبی رودخانه در کانال و خارج کانال نهشته می‌شوند و اطلاعات مهمی در مورد محیط و میزان رسوب‌گذاری، وسعت و توسعه کانال رودخانه و دشت سیلابی را ارائه می‌کنند. این رخساره‌ها که در شرایط مختلف رسوبی برجای گذاشته می‌شود، ناشی از تغییرات رژیم جریان و یا در مقیاس بزرگ‌تر تغییرات در محیط رسوبی هستند (مانای تیچ و اوترو، ۲۰۰۵؛ جمپرود و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر شناسایی رخساره‌های سنگی به منظور شناسایی دقیق زیرمحیط‌های تشکیل رخساره‌ها در سیستم‌های رودخانه‌های از دو روش عناصر ساختاری و رتبه‌بندی سطوح محدود کننده رخساره‌ها و رابطه بین آن‌ها استفاده می‌شود (بهبهانی و خدابخش، ۱۳۹۷). در این مطالعه با توجه به رخساره‌های سنگی، سطوح محدود کننده و عناصر ساختاری زیرمحیط‌های زیر برای پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر تعیین شدند (شکل‌های ۲۲ و ۲۳).

۱- زیرمحیط کانال^۱

۲- زیرمحیط سدهای کانالی^۲

۳- زیرمحیط پوینت‌بار^۳

۴- زیرمحیط بریدگی‌های پهن^۴

۵- زیرمحیط خاکریز طبیعی^۵

۶- زیرمحیط دشت سیلابی^۶

^۴ Crevasse splay

^۵ Levee

^۶ Flood plain

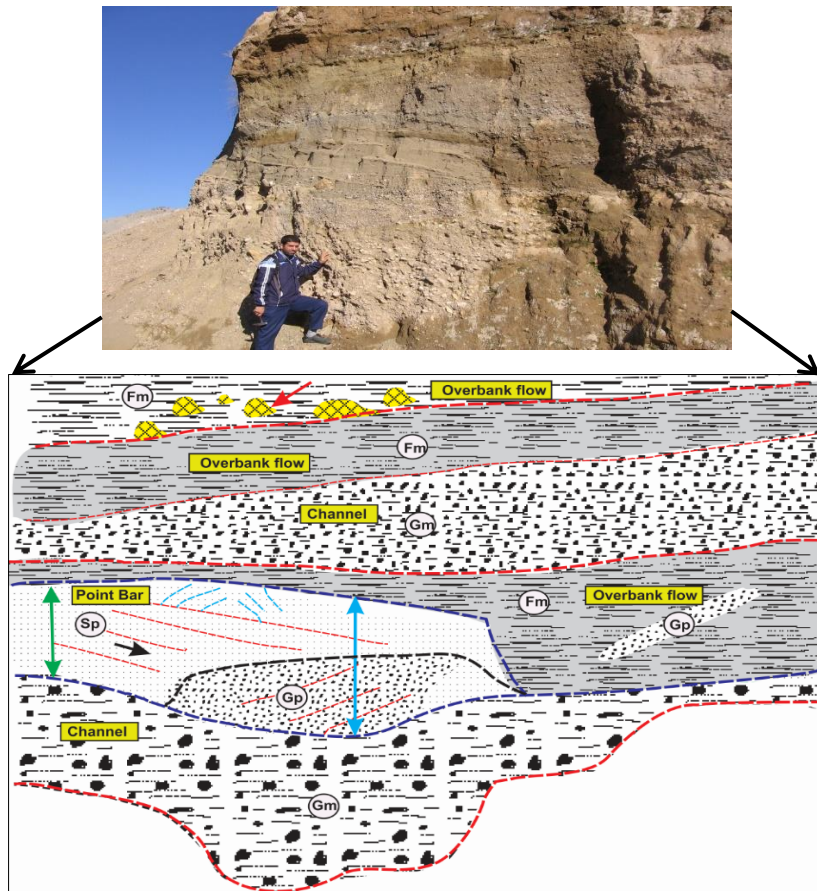
^۱ Channel

^۲ Channel Bars

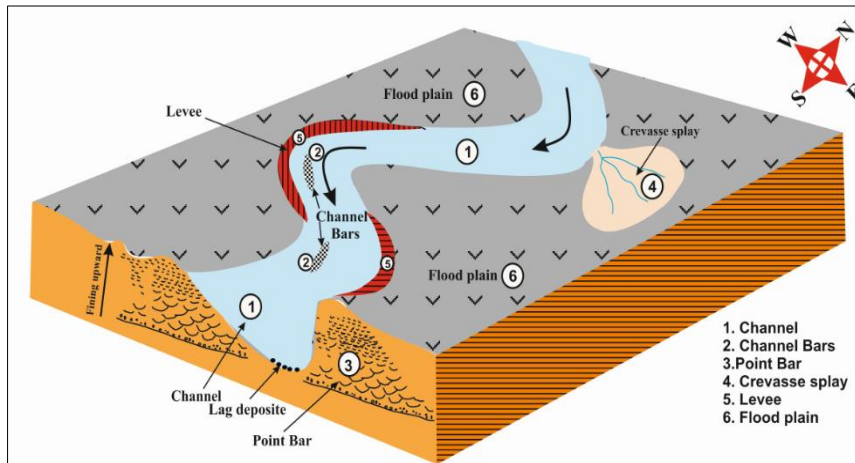
^۳ Point Bar

کانال‌های سیلابی با سطوح فرسایشی مشخص جایگزین شده‌اند. برهم‌نشینی کانال‌های سیلابی دلالت بر دوره‌ای بودن آن‌ها می‌کند.

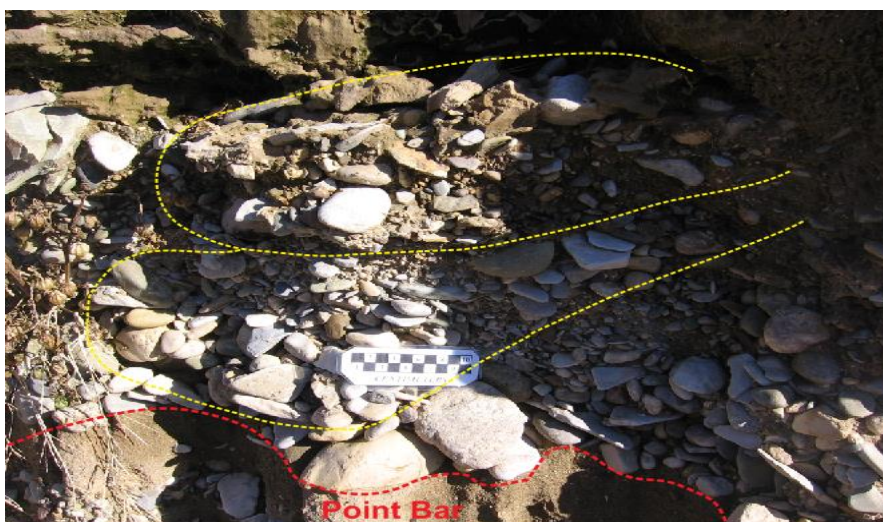
نظر گرفته شد که به طور متناوب در بازه‌های زمانی مورد هجوم سیلاب‌های قوی و مخرب قرار می‌گرفته به گونه‌ای که رسوبات کانال اصلی تخریب یافته و به جای آن



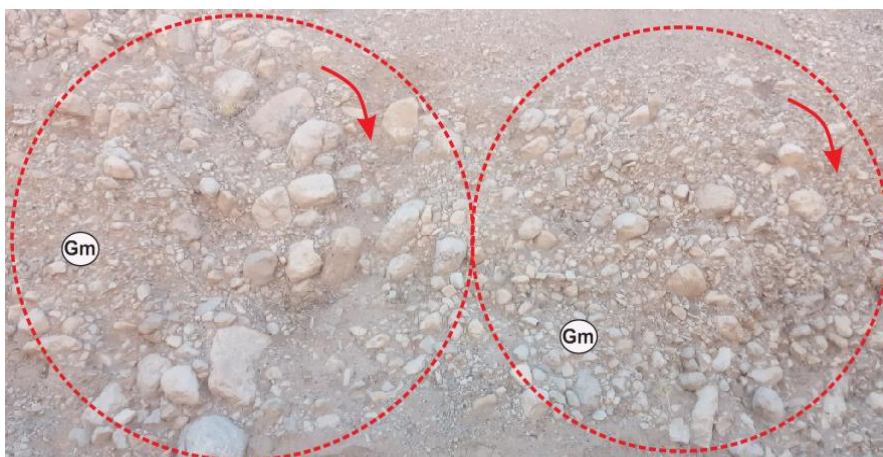
شکل ۲۲. بخشی از برش یک (ایستگاه یک): در این تصویر شماتیک تاثیر انرژی جریان در کاهش ضخامت رسوبات نشان داده شده است. یک توالی به سمت بالا ریز شونده و کم عمق شونده دیده می‌شود. در بخش زیرین، رخساره کانال با قاعده فرسایشی و سنگ رخساره غالب Gm مشاهده می‌شود، با کاهش انرژی، رخساره پوینت بار بر روی رخساره کانال نهشته شده است که پیکان سبز رنگ بخش کم ضخامت پوینت بار و کم عمق کانال را با سنگ رخساره Sp نشان می‌دهد و پیکان آبی رنگ بخش عمیق کانال و ضخیم پوینت بار را نشان می‌دهد که در آن سنگ رخساره Gp دیده می‌شود. جهت جریان و مهاجرت کانال از چپ به راست و در جهت پیکان تیره رنگ می‌باشد که نشان‌دهنده یک لاترال اکریشن افزایشی می‌باشد. در انتهای توالی نیز رسوبات خارج کانال دشت سیلابی دیده می‌شوند که در آن‌ها افق‌های کانی تبخیری (پیکان قرمز) دیده می‌شود. خط چین‌های آبی در بخش بالایی پوینت بار احتمالاً به دلیل تفکیک جریان و تغییر جهت بردار جریان از راست به چپ می‌باشد.



شکل ۲۳. زیرمحیط‌های رسوبی شماتیک پادگانه‌های آبرفتی جنوب خرم‌آباد تا پلدختر (زیرمحیط‌ها با اعداد ۱ تا ۶ بر روی شکل نشان داده شده است).



شکل ۲۴. آبراهه‌های فرعی در اثر سیلاب روی رخساره پوینت‌بار. به برهم‌نشینی این آبراهه‌ها توجه کنید.



شکل ۲۵. گرداب‌های تشکیل شده با رخساره سنگی غالب Gm که بیانگر جریان‌های پرچگال در اثر سیلاب می‌باشند (جهت حرکت گرداب از چپ به راست و در جهت پیکان‌های قرمز رنگ می‌باشد). به نبود ساخت رسوبی توجه شود (طول تصویر ۱۵ متر). از جمله شواهد سیلابی وجود قطعات Out size می‌باشند که حاصل ریزش از دیواره کانال به داخل کانال هستند.

منابع

موسوی حرمی، س. ر (۱۳۶۷) رسوب‌شناسی، انتشارات آستان

قدس رضوی، ۴۷۰ ص.

موسوی حرمی، س. ر، محبوبی، ا، غفوری، م، خانه‌باد، م

(۱۳۸۲) مطالعات رسوب‌شناسی و نرخ ریزشوندگی به طرف

پایین‌دست حوضه آبریز بند گلستان جنوب غرب مشهد.

مجله علوم دانشگاه تهران، دوره ۲۹، شماره ۱، ص ۸۷ -

۱۱۷.

Adeloye, A. J., Soundharajan, B. S (2019) Effect of dynamically varying zone hedging policies on surface water reservoir operational performance during climate change. Geol. Soc. of London Special Publ, 488: 27-289.

Allen, J. R. L (1983) Studies in fluvialite sedimentation: Bars, barcomplexes and sandstone sheets (low-sinuosity braided streams) in the Brownstones (L. Devonian), welsh Borders. Sedimentary Geology, 33: 237-293.

احمدی، ر (۱۳۸۸) ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش

آبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ ص

بهبهانی، ر، خدابخش، س (۱۳۹۷) تحلیل رسوب‌شناسی

سیستم‌های رودخانه‌ای، نشریه یافته‌های نوین زمین‌شناسی

کاربردی، دوره ۱۲، شماره ۲۴، ص ۱۰۲ تا ۱۲۴.

خدایی، م، محبوبی، ا، موسوی حرمی، ر، فیض‌نیا، س (۱۳۸۶)

تجزیه رخساره‌های سنگی و مدل رسوبی رودخانه لاتشور،

جنوب خاور تهران، مجله علوم زمین، سال شانزدهم، شماره

۶۳، ص ۱۱۰ - ۱۲۴.

مطیعی، ه (۱۳۷۴) زمین‌شناسی نفت زاگرس، جلد ۱ و ۲،

سازمان زمین‌شناسی کشور، طرح تدوین کتاب

زمین‌شناسی ایران، ۸۵۰ ص.

- potential for relative dating of tectonic uplift. *Geomorphology*, 126: 97-107.
- Falcon, N. L (1961) Major earth-flexing in the Zagros Mountains of South-west Iran. *Quarterly Journal of Geological Society of London*, 117(4): 367-376.
- Friend, P. F., & Dade, W. B (2005) Transport modes and grain size patterns in fluvial basins. In: Blum, M. D., Marriott, S. B., & Leclair, S. F., (Eds.), *Fluvial sedimentology VII. Special Publication of International Association of Sedimentologists*, Blackwell Publishing Ltd., 35: 399-407.
- Ghazi, S., Mountney, N. P (2009) Facies and architectural element analysis of a meandering fluvial succession: The Permian Warchha Sandstone, Salt Range, Pakistan. *Sedimentary Geology*, 221: 99- 126.
- Ghosh, S (2014) Palaeogeographic significance of ferruginous gravel lithofacies in the Ajaydamodar interfluvium, west Bengal India. *International journal of Geology*, 4:81-100
- Godin, P. D (1991) Fining - upward cycles in the sandy braided - river deposits of the Westwater Canyon Member (Upper Jurassic), Morrison Formation, New Mexico, *Sedimentary Geology*, 61-82.
- Gomez, B., Rosser, B. J., Peacock, D. H., and Hick, D. M (2001) Downstream fining in a rapidly aggrading gravel bed river. *Water Resources Research*, 37: 1813-1823.
- Hoey, T. B. and Bluck, B. J (1999) Identifying the controls over downstream fining of river gravels. *Journal of Sedimentary Research*, 69: 40-50.
- Hubert, J. F. and Filipov, A. J (1989) Debris flow deposits in alluvial fans on the west flank of the white Mountains, Owens valley, California, USA. *Sedimentary Geology*, 61: 177-205.
- Khalifa, M., Catuneanu, Q (2008) Sedimentary of the Bahariya formation (early Cenomanian), Bahariya oasis, western desert, Egypt: *Journal of African earth sciences*, 51: 89-103
- Kim, S. B., Kim, Y. G., Jeang, H. R. J. K. S., and Cjough S. K (2009) Depositional facies, architecture and environments of the schwa formation (lower cretaceous), mid-west Korea with special reference to dinosaur eggs: *cretaceous research*, 30: 100-126
- Kjemperud, V. A., Schomacher, E. K., & Cross, T. A (2008) Architecture and stratigraphy of alluvial deposits, Morrison Formation (Upper Jurassic), Utah. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 92 (8): 1055-1076.
- Kleinhaus, G. M (2001) The key role of fluvial dunes in transport and deposition of sand-gravel mixtures, a preliminary note. *Sedimentary Geology*, 143: 7-132.
- Asselman, N. E. M., Middelkoop, H (1998) Temporal variability of contemporary floodplain sedimentation in the Rhine-Meuse_Delta, The Netherlands. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 595-609.
- Benito, G., Sopena, A., Sanchez, Y., Machado, M. J., & Perez Gonzalez, A (2003) Palaeoflood Record of the Tagus River (Central Spain) during the Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 22: 1737-1756.
- Bertoldi, W., Zanoni, L. and Tubino, M (2010) Assessment of morphological changes induced by flow and flood pulses in a gravel bed braided river: The Tagliamento River (Italy). *Geomorphology*, 114: 348-360.
- Best, J., Fielding, C. R (2019) Describing fluvial systems: linking process to deposits and stratigraphy. *Geol. Soc. of London Special Publ*, 488:152-166.
- Bridge, J. S (1993) Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective. *Sedimentology*, 40: 801- 810.
- Bridge, J. S (1993) The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers. In: Best JL, Bristow CS. (Eds.) *Braided Rivers*. *Geol. Soc. Spec. Pub*, 75: 13- 71.
- Cant, D. J (1978) Development of a facies model for sandy braided river sedimentation: Comparison of the South Saskatchewan River and the Bateery Point Formation: in A. D. Miall, ed., *Fluvial Sedimentology*; *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem*, 5: 627-640.
- Carling, P. A (1996) Subaqueous gravel dunes. *Journal of Sedimentary Research*, 69: 534-545.
- Carols, H. L., Bruhn., Walker, R. G (1997) Internal architecture and sedimentary evolution of coarsely-grained, turbidite channel- levee complexes, Early Eocene Regencia Canyon, Espirito Santo Basin, Brazil, *Sedimentology*, 44: 17-46.
- Collinson, J. D (1986 b) Alluvial sediments. In: *Sedimentary Environment and Facies* (Ed. By H. G. Reading), Blackwells. Oxford. 20-62.
- Collinson, J. D. and Thompson, D. B (1989) *Sedimentary Structures*, 2nd ed. Unwin Hyman, London, 207 p.
- Corbett, P., Owen, A., Hartley, A., Pla- Pueyo, S., Barreto, D., Hackney, C (Eds (2019) *River to reservoir: geoscience to engineering*, *Geop. Soc. of London, Special Publ*. 488.
- Costa, J. E (1988) Rheologic, geomorphic, and sedimentologic differentiation of water floods, hyper concentrated flows, and debris flows. In: V. R. Baker, R. C. Kochel, and P. C. Patton (eds.), *Flood Geomorphology*. Wiley, New York, NY, 113- 122.
- Demoulin, A (2011) Basin and river profile morphometry: A new index with a high

- Owen, A., Nichols, G. J., Hartley, A. J., Weissmann, G. S., Scuderi, L. A (2015) Quantification of a distributive fluvial system: the salt wash DFS of the morrison formation, SW USA. *J. Sediment. Res.*, 85: 544-561.
- Paphitis, D., Velegrakis, A. F., Collins, M. B. and Muirhead, A (2001) Laboratory investigation into the threshold of movement of natural sand-sized sediments under unidirectional, oscillatory and combined flows. *Sedimentology*, 48: 645-659.
- Peterson, C. D., Minor, R., Peterson, G. L., & Gates, E. B (2011) Pre-and post-Missoula flood geomorphology of the Pre-Holocene ancestral Columbia River Valley in the Portland forearc basin, Oregon and Washington, USA. *Geomorphology*.
- Ramos, A. and A. Sopena (1983) Gravel bars in low sinuosity streams (Permian and Triassic, Central Spain). In: *Modern and Ancient Fluvial Systems*. J.D. Collinson and J. Lewin (Eds.), Spec. Publ. Int. Ass. Sediment, 301-312.
- Rice, S (1999) The nature and controls on downstream fining within sedimentary links. *Journal of Sedimentary Research*, 69: 32-39.
- Rust, B. R (1978) Depositional models for braided alluvium. In: Miall AD. (Ed.), *Fluvial Sedimentology*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem, 5: 605- 625.
- Sear, D. A., & Newson, M. D (2003) Enviromental change in river channels: a neglected element. Towards geomorphologic typologies, standard and monitoring. *The Science of the Total Enviroment*, 310: 17-23.
- Shanmugam, G (1996) High- density turbidity currents: Are they sandy debris flow? *Journal of Sedimentary Research*, 66: 2-10.
- Snelder, T. H., Lamouroux, N., & Pella, H (2011) Empirical modelling of large scale patterns in river bed surface grain size. *Geomorphology*, 127: 189-197.
- Sridhar, A., Chamyal, L. S., Bhattacharjee, F. and Singhvi, A. K (2013) Early Holocene fluvial activity from the sedimentology and palaeohydrology of gravel terrace in the semi-arid Mahi River Basin, India. *Journal of Asian Earth Sciences*, 66: 240-248.
- Stow, D. A. V (2005) *Sedimentary Rocks in the Field: A Colour Guide*. Manson Publishing, 320 pp.
- Stow, D. A. V., Nicholson, U., Kearsy, S., Tatum, D., Gardiner, A., Ghabra, A., Jaweesh, M (2020) The Pliocene-Recent Euphrates river system: Sediment facies and architecture as an analogue for subsurface reservoirs. *Energy Geoscience*, 1: 174-193.
- Sun, D., Bloemendal, J., Rea, D. K., Vandenberg, J., Jiang, F., An, Z. and Su, R (1996) Grain-size distribution function of polymodal sediments in hydraulic and aeolian environments, and Kosun, E., Poisson, A., Ciner, A., Wernli, R. and Monod, O (2009) Syn-tectonic sedimentary evolution of the Miocene atallar Basin, southwestern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34: 466-479.
- Koykka, j (2011) Precambrian alluvial fan and braidplain sedimention patterns: Example from the Mesoproterozoic Rjukan Rift Basin, southern Norway. *Sedimentary Geology*, 234: 89-108.
- Kumar, R., Ghosh, S. K., Mazari, R. K., and Sangode, S. J (2003) Tectonic impact on the fluvial deposits of Plio-Pleistocene Himalyan foreland basin, India, *Sedimentary Geology*, 158: 209-234.
- Mack, G. H., and James, W. C (1992) *Paleosols for Sedimentologists*. The Geological Society of America, Short Course Notes, 127 p.
- Mannai-Tayech, B., & Otero, O (2005) Un nouveau gisement miocene a ichthyofaune au Sud de la chaine des C. hotts (Tunisie meridionale), paleoenvironnement et paleogeographie. *Comptes Rendus Paleovol*, 4: 405-412.
- McKee, E. D., Weir, G. W (1983) Terminology of stratification and cross – stratification in sedimentary rocks. *Geological Society of America Bulletin*, 64: 381- 390.
- McLaren, P (1981) An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51: 611-624.
- Miall, A. D (1977) A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev*, 13: 1-62.
- Miall, A. D (1985) Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev*, 22: 261-308.
- Miall, A. D (1988) Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: lessons from outcrop studies. *AAPG Bulletin*, 72: 682- 697.
- Miall, A. D (1996) *The geology of fluvial deposits*. In: *Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer, Berlin.
- Miall, A. D (2000) *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. Springer, Berlin, 616 p.
- Miall, A. D (2006) Case studies of oil and gas fields in fluvial reservoirs. In: *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miall, A. D (2013) *Fluvial depositional systems*. Springer, Switzerland, 316 p.
- Morison, S. R., Hein, F. J (1987) Sedimentology of the white channel gravels, Klondike area. Yukon Territory. In: F. G. Ethrigger, R.M. Flores and M. D. Harvey (EDS.), *Recent development in fluvial sedimentology SOC. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ*, 39: 205- 146.
- Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A. and Khanehbad, M (2004) Analysis of controls downstream fining along three gravelbed rivers in the Band-e-Golestan drainage basin NE Iran. *Geomorphology*, 61: 143-153.

- numerical partitioning of the sedimentary components. *Sedimentary Geology*, 152: 263-277.
- Surian, N (2002) Downstream variation in grain size along an Alpine river: analysis of controls and processes. *Geomorphology*, 43: 137-149.
- Suttner, L. J (1974) Sedimentary Petrographic provinces: An evaluation. In: Ross CA. (Ed.), *Paleogeographic Provinces and Provinciality*. Spec. Pub. Soc. Econ. Paleon. Mineral, 21: 75-84.
- Suttner, L. J., Basu, A., Mack, G. H (1981) Climate and the origin of quartzarenite. *J. Sed. Pet*, 51: 1235- 1246.
- Tucker, M. E (1991) *sedimentary petrology: an Introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell, 260p.
- Tucker, M. E (2001) *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of the Sedimentary Rocks*. 3rd Ed. Blackwell Sci. Publ., Oxford. 262 p.
- Tucker, M. E (2003) *Sedimentary Rocks in the Field*. 3rd ed., John Wiley & Sons, 234 p.
- Turner, P (1980) *Continental Red Beds*. *Developments in Sedimentology*. Elsevier, 562 p.
- Woo, J., Shinn, Y. J., Kwon, Y. K., Chough, S. K (2006) The Janson and Myeonsan formation (Early Cambrian) of the Taebaek Group, mideast Korea: depositional processes and environments, *Geosciences Journal*, 10 (1): 35-57.
- Yagishita, K (1997) Paleocurrent and analyses of fluvial conglomerates of the Paleogene Noda Group, northeast Japan. *Sedimentary Geology*, 109: 53-71.

The sedimentary environment of alluvial terraces south of Khorram Abad to Poldokhter using architectural elements and bounding surfaces

B. Yousofi Yeganeh^{1*}, S. M. R. Emami Meybodi² and M. Sedaghatnia^{3,4}

1, 2- Assist. Prof., Dept., of Geology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

3- Ph. D., student sedimentology and sedimentary rocks, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

4-Expert of the Central Laboratory of Lorestan University, Khorramabad, Iran

* Bizhan.yeganeh@gmail.com

Received: 2022/4/3 Accepted: 2022/9/21

Abstract

The purpose of this research is to determine the sedimentary environment of alluvial terraces south of Khorramabad to Poldokhter using structural elements and limiting surfaces. In line with this goal, 4 sections were identified and studied. The cuttings are located at distances between 60 and 80 kilometers south of Khorram Abad towards Poldokhter. The studies conducted on these sections lead to the identification of 10 rock facies, including 4 gravelly rock facies (Gm, Gms, Gp, Gt), 4 sandy rock facies (Sm, Sp, St, Sh) and 2 rock facies. Flower (Fsm, Fm), 13 structural elements including (GB, HS, C/S, LHF, LCS, CVs, DIs, TCS, OF, CH, SB, SHF, LIS) and 6 limiting levels of rank 1 to 6 became. According to rock facies, limiting surfaces and structural elements under channel environments, channel bars, point bar, wide cuts (crevasse splay), natural embankments (levee.) and flood plain sub-environment were determined for the alluvial terraces south of Khorramabad to Poldokhter. Structural elements CH, GB, C/S, LHF, SHF were observed in the studied alluvial barracks in abundance, which indicates a river environment with low twist for the studied alluvial terraces, which alternates between at times, it was attacked by strong and destructive floods, and the coexistence of flood channels indicates that they are periodic.

Keywords: Alluvial terrace, Structural elements, Rock facies, Sedimentary environment, Khorramabad.